

ХАРАКТЕР НАРАСТАНИЯ ГРИБНОЙ ИНФЕКЦИИ В СОРТОВЫХ БИОЦЕНОЗАХ ОЗИМОЙ РЖИ И ПОИСК УСТОЙЧИВЫХ ГЕНОТИПОВ

✉ Шеклеина Л.М., Шешегова Т.К.

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

Киров, Россия

✉ e-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Изучено 26 генотипов озимой ржи селекции ФАНЦ Северо-Востока и 43 образца из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Полевые исследования проведены в 2020–2022 гг. в условиях Кировской области на естественном фоне развития грибных болезней с целью поиска новых генетических источников с комплексной неспецифической устойчивостью к грибным болезням. Мониторинг болезней (с фазы 31 по 85 по шкале Zadoks) позволил провести анализ нарастания грибной инфекции и выявить восприимчивые генотипы. При учете болезней использовали общеизвестные методики. Характер растительно-микробных взаимодействий и параметры устойчивости оценивали по показателям ПКРБ (площадь под кривой развития болезни) и ИУ (индекс устойчивости). К восковой спелости только один коллекционный образец Россиянка 2 сохранял высокую устойчивость к септориозу в сочетании с признаком «slow rusting». Показатель ПКРБ составил 105 единиц, ИУ – 0,12. Приведенные уравнения регрессии носят линейный характер, на основании которых можно утверждать, что суточное нарастание болезней по тренду на сортах ФАНЦ Северо-Востока составляет 5,4...9,9% (бурая ржавчина) и 8,4...16,4% (стеблевая); на образцах коллекции ВИР – 6,4...12,1% (бурая) и 15,0...45,0% (стеблевая). Величина коэффициента детерминации $R^2 = 90\text{--}99\%$ характеризуется как сильная. Отмечена более высокая ржавчиноустойчивость сортов ФАНЦ Северо-Востока по сравнению с изученными образцами коллекции ВИР. Выявлено 24 сорта озимой ржи с неспецифической устойчивостью к двум грибным болезням и более и медленным «slow rusting» нарастанием инфекции в течение онтогенеза (Флора, Графиня, Перепел, Графит, Графит ФП, Лика, Гармония, Симфония, Румба крупнозерная, Wibro, Кауро, Pastewne Zielone и др.). Данные сорта могут быть использованы в селекции на повышение фитоиммунитета к конкретным болезням в качестве источников признака.

Ключевые слова: *Secale cereale* L., мучнистая роса, септориоз, бурая и стеблевая ржавчина, показатель ПКРБ, индекс устойчивости, источники устойчивости

THE NATURE OF FUNGAL INFECTION GROWTH IN VARIETAL BIOCOENOSES OF WINTER RYE AND THE SEARCH FOR RESISTANT GENOTYPES

✉ Shchekleina L.M., Sheshegova T.K.

Federal Agrarian Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky

Kirov, Russia

✉ e-mail: immunitet@fanc-sv.ru

26 genotypes of winter rye from the selection of FASC of the North-East and 43 samples from the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov (VIR) were studied. Field studies were conducted in 2020–2022 in the conditions of the Kirov region on the natural background of fungal disease development in order to search for new genetic sources with complex non-specific resistance to fungal diseases. Disease monitoring (phases 31 to 85 on the Zadoks scale) allowed analysis of fungal infection build-up and identification of susceptible genotypes. Commonly known techniques were used to record the diseases. The nature of plant-microbial interactions and resistance parameters were evaluated by the AUDPC (area under disease progress curve) and the RI (resistance index) figures. By wax ripeness, only one collection sample, Rossiyanka 2, retained high resistance to septoriose in combination with the “slow rusting” trait. The AUDPC indicator was 105 units and the RI was 0.12. The given regression equations are linear in nature, on the basis of which it can be stated that daily increase of diseases according to the trend on the varieties of FASC of the North-East is 5.4...9.9% (brown rust) and 8.4...16.4% (stem rust); on the VIR collection samples – 6.4...12.1% (brown rust) and 15.0...45.0% (stem rust). The value of the coefficient of determination $R^2 = 90\text{--}99\%$ is characterized as strong. Higher rust resistance of the FASC of the North-East varieties was noted in comparison with the

studied samples of the VIR collection. 24 winter rye varieties with nonspecific resistance to two or more fungal diseases and slow “slow rusting” increase of infection during ontogenesis were identified (Flora, Grafinya, Perepel, Grafit, Grafit FP, Lika, Harmony, Symphony, Rumba large-grained, Wibro, Kaupo, Pastewne Zielone, etc.). These varieties can be used in breeding for increasing phytoimmunity to specific diseases as the trait sources.

Keywords: *Secale cereale* L., powdery mildew, septoriose, leaf and stem rust, AUDPC index, resistance index, sources of resistance

Для цитирования: Щеклеина Л.М., Шешегова Т.К. Характер нарастания грибной инфекции в сортовых биоценозах озимой ржи и поиск устойчивых генотипов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 8. С. 36–43. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-8-4>

For citation: Shchekleina L.M., Sheshhegova T.K. The nature of fungal infection growth in varietal biocoenoses of winter rye and the search for resistant genotypes. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 8, pp. 36–43. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-8-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Озимая рожь – это уникальная зерновая культура, которая не требовательна к условиям произрастания: плодородию почв, пестицидам и агрохимикатам. Она обладает высокой зимо- и морозостойкостью, устойчивостью к почвенной засухе и кислотности. Известно, что производственные посевы ржи замедляют развитие сорных растений, сохраняют почвенный покров от разрушения и повышают его структуру [1–5]. В настоящее время посевные площади под озимой рожью составляют менее 1 млн га. Основные посевы расположены в Приволжском федеральном округе, где сосредоточено 74% всех площадей ржи (в 2020 г. – 730,9 тыс. га), из них на Кировскую область приходится 58 тыс. га [6]. Удлиненный вегетационный период и нестабильность климатических факторов Кировской области обостряют фитосанитарную обстановку на посевах озимой ржи, складываются подходящая среда для проявления всевозможных инфекций таких, как снежная плесень, корневые гнили, мучнистая роса, ржавчина, спорынья и др. [1, 7].

В России до сих пор не существует сортов озимой ржи с устойчивостью на уровне по-

рога вредоносности. Длительная защита от массового поражения растений инфекционными болезнями на обширной территории позволит увеличить производство зерна в конкретных агроклиматических условиях, а также повысить его качество и контроль в посевах. Поэтому одной из важных задач селекционного улучшения этой культуры является выявление эффективных генисточников устойчивости для селекции [8, 10]. В настоящее время актуальными исследованиями в селекции на иммунитет являются поиск генотипов с долговременной неспецифической устойчивостью, которая проявляется в уменьшении количества пустул, налетов, пятен на поверхности пораженного органа, в увеличении длительности латентного периода патогенеза и в снижении скорости развития эпифитотии. Для озимой ржи как важной продовольственной культуры в условиях постоянного наличия возбудителей болезней и долговременной смены сортов характерна резистентность к медленному нарастанию грибных болезней¹. Прогноз развития болезней позволяет отслеживать их болезнетворность и раннее развитие заболевания и выявлять генотипы с медленным нарастанием инфекции «slow rusting»².

¹Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика. М.: издательство Агрос, 2009. Т. 3. 958 с.

²Коломиец Т.М., Коваленко Е.Д., Панкратова Л.Ф., Скаменок О.О., Bockelman H. Изучение параметров частичной устойчивости у сортов пшеницы к возбудителям *Stagonospora nodorum* и *Septoria tritici* // Иммунологическая защита сельскохозяйственных культур от болезней: теория и практика: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. Большие Вязьмы Московской обл., 2012. С. 257–261.

Дополнительно при анализе растительно-микробных взаимодействий и учета болезней применяют два показателя устойчивости: ПКРБ (площадь под кривой развития болезни) и ИУ (индекс устойчивости).

Цель исследований – поиск новых генетических источников с комплексной неспецифической устойчивостью к грибным болезням среди отечественных сортов озимой ржи и образцов из коллекции ВИР.

Задачи исследований:

- изучить разный генофондный материал озимой ржи по характеру нарастания эпифитотийно-опасных грибных болезней в условиях естественной инфекционной нагрузки патогенов;

- выявить наименее поражаемые болезнями сорта и образцы, а также формы с медленным нарастанием инфекции в биоценозах для селекции на фитоиммунитет.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в Федеральном аграрном научном центре Северо-Востока (ФАНЦ Северо-Востока) в 2020–2022 гг. Полевые исследования проведены на опытном поле ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) по предшественнику чистый пар. Под предпосевную культивацию внесена нитроаммофоска из расчета 1,5 ц/га. Агротехника возделывания – общепринятая для центральной зоны Кировской области. Почва опытных участков дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Агрохимическая характеристика почвы питомников: содержание гумуса – 2,43–3,56%; содержание подвижного фосфора – 334–349 мг/кг; обменного калия – 232–304 мг/кг почвы; рН солевой вытяжки – 5,0–5,4.

Материал исследований представлен 26 перспективными сортами селекции ФАНЦ Северо-Востока и 43 образцами из коллекции

ВИР (г. Санкт-Петербург). Изученный материал высевали в питомнике коллекции и конкурсного сортоиспытания отдела озимой ржи ФАНЦ Северо-Востока. Площадь делянок – 1 и 15 м², повторность – дву- и шестикратная соответственно. Полевые опыты закладывали согласно методике государственного сортоиспытания³. Диагностику и учеты развития болезней определяли по общепринятым методикам^{4,5}. Степень развития оценивали 3–5 раз за период развития растений – от выхода в трубку до восковой спелости зерна (фазы 31–85 по шкале Zadoks) с интервалом 10–16 дней от первых симптомов поражения до затухания патологического процесса.

Показатель ПКРБ рассчитывается по формуле, предложенной D.F. Johnson и R.D. Wilcoxson⁶. Абсолютные значения показателя ПКРБ варьируют по годам в зависимости от агрометеорологических условий и инфекционной нагрузки, дополнительным критерием являлся ИУ. Индекс устойчивости предоставляет классифицировать генотипы по уровню частичной устойчивости или «slow rusting». Показатель ИУ рассчитывается по формуле⁷ и делится на четыре группы: 0,10...0,35 – высокий уровень устойчивости; 0,36...0,65 – средний; 0,66...0,80 – низкий; более 0,81 – восприимчивый.

Статистическая обработка проведена с использованием пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версия 2.07.) и программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для выявления генотипов, обладающих разными типами неспецифической устойчивости к болезням (с длительным инкубационным периодом и медленным нарастанием инфекции), коллекционные образцы и сорта ФАНЦ Северо-Востока оценивали в динамич-

³Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 2. Ч. 2. 230 с.

⁴Кобылянский В.Д., Королёва Л.А. Методические указания по селекции озимой ржи на устойчивость к грибным болезням. Ленинград, 1977. 26 с.

⁵Шешегова Т.К., Кедрова Л.И. Методические рекомендации по созданию искусственных инфекционных фонов и оценке озимой ржи на устойчивость к болезням. Киров, 2003. 30 с.

⁶Johnson D.F., Wilcoxson R.D. A table of areas under disease progress curves. Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas, 1981. No 1377. P. 2–10.

⁷Макаров А.А., Стрижекозин Ю.А., Соломатин Д.А. Количественная классификация сортов пшеницы по степени расо-неспецифической устойчивости к бурой ржавчине // Иммуитет сельскохозяйственных культур к возбудителям грибных болезней. М., 1991. С. 105–110.

ке развития болезней. Учеты проводили, начиная с первых симптомов поражения. Такой мониторинг позволяет прогнозировать раннее развитие эпифитотий и выявлять генотипы, восприимчивые в начале онтогенеза, а также формы с медленным нарастанием инфекции. Эти исследования особенно актуальны для культур с длительной сортосменой, к которым относится и озимая рожь (см. сноску 1).

Критических отклонений в температурном и водном режиме отмечено не было. Зимняя вегетация растений прошла под высоким снежным покровом. Благоприятный водный и тепловой режим весеннего периода способствовал активной регенерации озимой ржи. В связи с холодными условиями в мае (средняя температура ниже нормы на 3,4 °С) происходило затягивание онтогенеза растений в начале вегетации и развития фитопатогенных грибов. Поэтому достаточное количество почвенной влаги и относительно благоприятный температурный фон в летний период вегетации ржи способствовали развитию грибных болезней, что позволило объективно оценить генофондный материал озимой ржи.

Взаимодействие: *Secale cereale* – *Blumeria graminis*. При наиболее высоком развитии мучнисторосяной инфекции снижается продуктивность растений, сокращается усвоение листьев питательных веществ, разрушается хлорофилл [10, 11]. По нашим данным, болезнь встречается в Кировской области с частотой 4–5 раз за 10 лет, вредоносность – 10–15%⁸. Первые признаки *B. graminis* среди изученного материала отмечены в фазу начало колошения (фаза 51 по шкале Zadoksa). Отсутствовали симптомы мучнисторосяного налета у семи сортов селекции ФАНЦ Северо-Востока: Кировская 89, Флора, Гармония, Симфония, Перепел, Лика и Графит ФП и семи коллекционных образцов: Кауро (Латвия), Мару 4 (Япония), SCW 1662, Borulles, Danae (Германия) и двух образцов из коллекции В.Д. Кобылянского. Можно полагать, что данные генотипы отличаются более продолжительным инкубационным периодом. Наиболее сильное развитие болезни обнаружено к третьему и четвертому учетам (фаза 69–75)

у четырех сортов НВАК 285/15 (28,3%), Ниоба (28,0), Ника 3 НП (40,0) и Folud (40,0%). Устойчивость (развитие болезни до 15,0%) выявлена у шести сортов ФАНЦ Северо-Востока (Флора, Графиня, Лика, Гармония, Симфония, Перепел) и восьми коллекционных образцов (ИН-14, Wiedmannsdank, SCW 1662, Borulles, Danae (Германия), Низкостебельная (Болгария) и двух образцов из коллекции В.Д. Кобылянского). Судя по относительно низким значениям ПКРБ (233...370 и 225...363 единиц (ед.) соответственно), в биоценозах этих генотипов идет относительно медленное нарастание мучнисторосяной инфекции. Индекс устойчивости большинства изученных сортов отмечен 0,36...0,65, что свидетельствует о среднем уровне устойчивости к мучнистой росе. Исключение составляют сорта Borulles, Danae, SCW 1662 и образцы из коллекции В.Д. Кобылянского, степень поражения которых составила до 15,0%, ИУ – 0,26...0,29. У индикаторных сортов значения ПКРБ = 634 ед. (Кипрез) и ПКРБ = 875 ед. (Ника 3 НП).

Взаимодействие: *Secale cereale* – *Septoria nodorum*. За 10 лет наблюдений встречаемость септориозной инфекции в области на посевах ржи проявлялась 3–4 раза при вредоносности – 10–15% (см. сноску 8). С 2012 г. частота проявления и развитие болезни усиливаются, и практически ежегодно более половины площадей ржи бывают поражены этой болезнью [7]. При изучении генофонда озимой ржи слабое развитие септориоза от 0,5 до 10,0% диагностировали в фазу 51–59. Отсутствовали симптомы у четырех сортов селекции ФАНЦ Северо-Востока (Кировская 89, Графиня, Гармония, Симфония) и пяти коллекционных образцов (Polko (ЮАР), Wibro (Польша), Кауро (Латвия), Россиянка 2 и Фаленская универсальная НП), что свидетельствует о более продолжительном латентном периоде в патосистеме. К началу молочной спелости у всех сортов ФАНЦ Северо-Востока еще сохранялась высокая устойчивость, у коллекционных образцов признак сохранился у 18. Интенсивное нарастание септориоза происходило в фазу восковой спелости. Наиболее

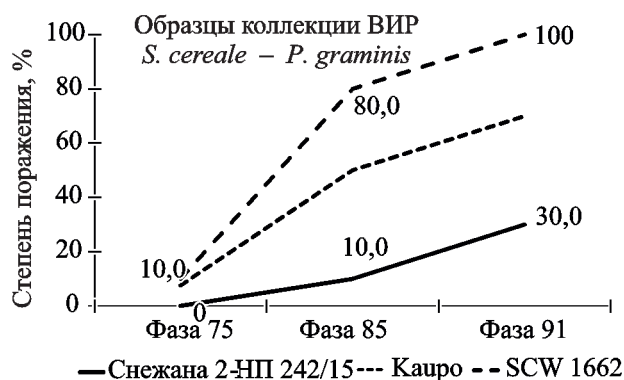
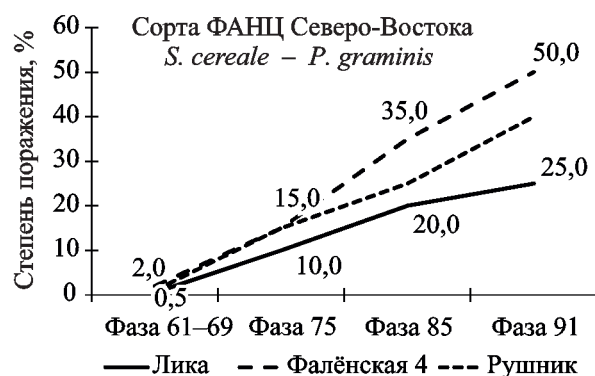
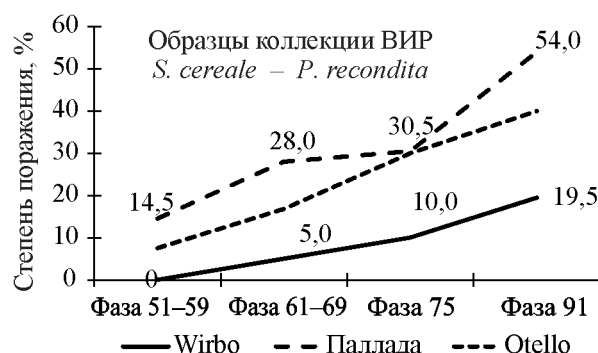
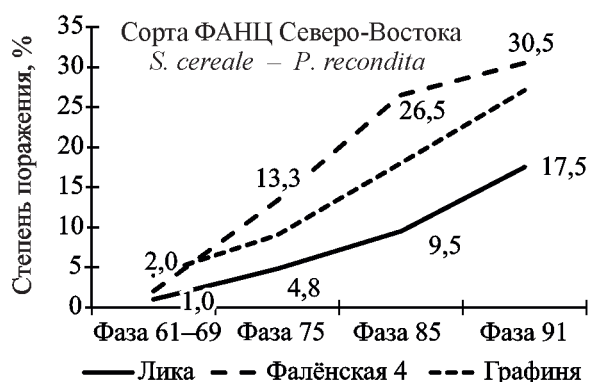
⁸Кедрова Л.И. Озимая рожь в Северо-Восточном регионе России. Киров: НИИСХ Северо-Востока. 2000. 158 с.

устойчивыми (развитие болезни до 15,0%) и характеризующимися признаками «slow rusting» были сорта ФАНЦ Северо-Востока Гармония и Перепел, а также коллекционные образцы: Polko (ЮАР), Wibro (Польша), Кауро (Латвия), Pastewne Zielone (Польша), Carsten's (Германия), Таловская 2, Россиянка 2, Фаленская универсальная, Отава НП и образец из коллекции В.Д. Кобылянского. Лишь один коллекционный образец Россиянка 2 сохранял высокую устойчивость к болезни в сочетании с признаком «slow rusting». Показатель ПКРБ составил 105 ед., ИУ – 0,12, при значении показателя ПКРБ у индикаторных сортов 527 ед. (Роса) и 870 ед. (Borulles).

Взаимодействие: *Secale cereale* – *Puccinia recondita*. По нашим данным, ржавчинная инфекция в Кировской области проявляется в среднем 5–7 раз (бурая) и 3–4 раза (стеблевая) при уровне вредоносности 10–15% и 20–50% соответственно (см. сноску 8). Первые пустулы *P. recondita* на листьях обнаружены в фазе 51–55 (см. рисунок). Симпто-

мы болезни отсутствовали у восьми сортов ФАНЦ Северо-Востока (Кировская 89, Снежана, Флора, Графиня, Лика, Симфония, Румба крупнозерная, Сармат) и шести коллекционных образцов (Wirbo (Польша), Кауро (Латвия), Pastewne Zielone (Польша), ИН-14, Wiedmannsdank (Германия) и Снежана 2 НП 242/1). Усиление развития ржавчинной инфекции до 54,0% происходило к фазе 75. Показатель ПКРБ составил 874 (Снежана) и 1245 ед. (Паллада); ИУ – 0,98 и 0,93. В этих условиях умеренная устойчивость (развитие болезни до 20,0%) отмечена у сортов ФАНЦ Северо-Востока (Румба крупнозерная, Флора, Графит и Графит ФП) и образцов коллекции ВИР (Wirbo, Кауро и Pastewne Zielone). Значения ПКРБ составили 367...427 и 275...366, ИУ – 0,42...0,52 и 0,22...0,35.

Взаимодействие: *Secale cereale* – *Puccinia dispersa*. Увеличение степени поражения ржи стеблевой ржавчиной приводит к снижению массы зерна с колоса, массы 1000 зерен, уменьшению числа зерен в колосе и его озер-



Наращение инфекции в биоценозах сортов, отличающихся уровнем горизонтальной устойчивости к видам ржавчины

The growth of infection in the biocenoses of the varieties that differ in the level of horizontal resistance to rust species

ненности, а с поражением стебля его устойчивость к полеганию возрастает [12]. Первые симптомы стеблевой формы ржавчины появились в период налива зерна (фаза 71–75). У большинства коллекционных образцов и сортов ФАНЦ Северо-Востока не выявлено пустул патогена. Развитие ржавчинной инфекции нарастало при повышении температуры от +18,6 °С (I декада июля) до +20,2 °С (II и III декады июля), о чем свидетельствует уровень поражения изучаемых сортов при последующих учетах.

Развитие болезни на индикаторных сортах в разном генофондном материале достигало 50,0 (НВАК 285/15) и 100% (Otello, Edelhofer New, Coro Kurz и SCW 1662), что характеризует естественный инфекционный фон как очень жесткий (см. рисунок). На этом фоне среди сортов селекции ФАНЦ Северо-Востока можно выделить наименее поражаемые (до 15,0%): Лика, Гармония, Симфония и Графит, у которых показатель ПКРБ составил 135...203 ед. В коллекции ВИР наименьшее поражение (до 30,0%) выявлено у двух образ-

Табл. 1. Источники комплексной устойчивости и медленного нарастания грибной инфекции

Table. 1. Sources of complex resistance and slow growth of fungal infection

Мучнистая роса	Септориоз	Бурая ржавчина	Стеблевая ржавчина
Флора, Графиня, Лика, Гармония, Симфония, Перепел, ИН-14, Wiedmannsdank, SCW 1662, Borulles, Danae, Низкостебельная, два образца из коллекции В.Д. Кобылянского	Гармония, Перепел, Polko, Wibro, Кауро, Pastewne Zielone, Carsten's, Таловская 2, Россиянка 2, Фаленская универсальная, Отава НП, два образца из коллекции В.Д. Кобылянского	Графит, Румба крупнозерная, Флора, Графит ФП; Wirbo, Кауро, Pastewne Zielone	Графит, Румба крупнозерная, Флора, Графит ФП, Wirbo, Кауро, Pastewne Zielone
<i>Степень поражения устойчивых сортов, %</i>			
11,7...15,5	10,0...15,0	16,3...20,5	10,0...30,0
<i>Показатель ПКРБ</i>			
225...380	105...324	275...367	135...277
<i>Значение ИУ</i>			
0,26...0,36	0,12...0,37	0,22...0,35	0,13...0,31
<i>Степень поражения у индикаторных (восприимчивых) сортов, %</i>			
28,3...40,0	28,3...45,0	42,5...54,0	50,0...100
<i>Показатель ПКРБ</i>			
634...875	527...870	874...1245	645...923

Табл. 2. Уравнения регрессии на различных по восприимчивости к листовостеблевой ржавчинной инфекции генотипах ржи

Table 2. Regression equations for rye genotypes with different susceptibility to leaf rust infection

Сорт, образец	Генофондный материал	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации, R ²
Бурая ржавчина			
Лика	Сорта ФАНЦ Северо-Востока	$y = 5,42x - 5,35$	0,969
Фалёнская 4		$y = 9,87x - 6,6$	0,962
Графиня		$y = 7,83x - 5,05$	0,984
Wibro	Образцы коллекции ВИР	$y = 6,35x - 7,25$	0,971
Паллада		$y = 12,1x + 1,5$	0,905
Otello		$y = 11,07x - 4,1$	0,996
Стеблевая ржавчина			
Лика	Сорта ФАНЦ Северо-Востока	$y = 8,35x - 7,0$	0,982
Фалёнская 4		$y = 16,4x - 15,5$	0,994
Рушник		$y = 12,7x - 11,5$	0,995
Снежана 2 НП-242/15	Образцы коллекции ВИР	$y = 15,0x - 16,67$	0,964
Кауро		$y = 31,5x - 20,0$	0,959
SCW 1662		$y = 45,0x - 26,67$	0,907

цов из коллекции В.Д. Кобылянского, а также у сортов Снежана 2 НП 242/15, Донская НП и Ника 3 НП.

Таким образом, в изученном генофондном материале озимой ржи выявлены генотипы, проявившие устойчивость к двум грибным болезням и более, которые могут быть использованы в селекции на повышение устойчивости к данным заболеваниям в качестве источников (см. табл. 1).

На части изученного генофонда, различающегося уровнем поражения видами ржавчины, проанализирована тенденция нарастания ржавчинной инфекции. Приведенные уравнения регрессии носят линейный характер, на основании которых можно утверждать, что суточное нарастание болезней по тренду на сортах ФАНЦ Северо-Востока составляет 5,4...9,9% (бурая ржавчина) и 8,4...16,4% (стеблевая); на образцах коллекции ВИР – 6,4...12,1% (бурая) и 15,0...45,0% (стеблевая). Величина коэффициента детерминации $R^2 = 90\text{--}99\%$ характеризуется как сильная (см. табл. 2). Полученные данные свидетельствуют о достаточно успешной работе ФАНЦ Северо-Востока в повышении ржавчиноустойчивости озимой ржи по сравнению с изученными образцами коллекции ВИР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате иммунологических исследований выявлено 24 сорта озимой ржи, отличающихся неспецифической устойчивостью к двум грибным болезням и более и медленным «slow rusting» нарастанием инфекции в течение онтогенеза, среди которых: Флора, Графиня, Перепел, Графит, Графит ФП, Лика, Гармония, Симфония, Румба крупнозерная, Wibro, Кауро, Pastewne Zielone и др. Они могут быть использованы в селекции на повышение фитоиммунитета к конкретным болезням в качестве источников признака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щеклеина Л.М., Шешегова Т.К., Уткина Е.И. Поиск иммунологически-ценных генотипов озимой ржи с использованием отдельных параметров неспецифической устойчивости // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22 (4). С. 507–517. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.4.507-517.

2. Пономарев С.Н., Пономарева М.Л., Маннапова Г.С., Фомин С.И. Особенности формирования урожайности озимой ржи в контрастных гидротермических условиях севера Средневолжья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022. № 4 (44). С. 151–162. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-151-162.
3. Чайкин В.В., Торон А.А., Торон Е.А. Изменение архитектоники растения как направление в селекции озимой ржи // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 3 (39). С. 23–33. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-23-33.
4. Урбан Э.П., Гордей С.И., Артюх Д.Ю., Гордей И.С. Направления, методы и результаты селекции ржи (*Secale cereale* L.) в Беларуси // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. 2022. Vol. 60. N 2. Р. 160–170. DOI: 10.29235/1817-7204-2022-60-2-160-170.
5. Шпанев А.М. Фитосанитарное состояние посевов озимой ржи на агроэкологическом стационаре Меньковского филиала Агрофизического научно-исследовательского института // Вестник защиты растений. 2018. № 3 (97). С. 67–72.
6. Сысуев В.А., Кедрова Л.И., Уткина Е.И. Значение озимой ржи для сохранения природного агроэкологического баланса и здоровья человека (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 1. С. 14–20. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-1-014-020.
7. Шешегова Т.К., Щеклеина Л.М. Фитопатогенная биота в условиях потепления климата (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 3. С. 6–13. DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013.
8. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Использование доноров ценных признаков растений в селекции новых сортов озимой ржи // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 29 (7). С. 7–12.
9. Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Бугрова В.В., Марченкова Л.А., Павлова О.В., Чавдарь Р.Ф. Создание исходного материала озимой пшеницы на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам в Центральном Нечерноземье // АгроФорум. 2019. № 7. С. 58–62.
10. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н., Маннапова Г.С., Илалова Л.В. Фитосанитарный мониторинг наиболее вредоносных болезней озимой ржи в Республике Татарстан // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9. С. 27–34.
11. Ключевич М.М., Столяр С.Г. Вредоносность *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. tritici Speer ржи озимой в условиях Полесья Украины // Земледелие и растениеводство. 2022. № 2. С. 46–49.

12. Дедяев В.Г. Вредоносность стеблевой ржавчины на озимой ржи // Защита и карантин растений. 2018. № 12. С. 44–46.

REFERENCES

1. Shchekleina L.M., Sheshegova T.K., Utkina E.I. Search for immunologically valuable winter rye genotypes using separate parameters of non-specific resistance. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2021, no. 22 (4), pp. 507–517. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.4.507-517.
2. Ponomarev S.N., Ponomareva M.L., Mannapova G.S., Fomin S.I. Features of winter rye yield formation in contrasting hydrothermal conditions of the northern Middle Volga region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2022, no. 4 (44), pp. 151–162. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-151-162.
3. Chaikin V.V., Torop A.A., Torop E.A. Changes in plant architectonics as a direction in winter rye breeding. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2021, no. 3 (39), pp. 23–33. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2021-3-23-33.
4. Urban E.P., Gordei S.I., Artyukh D.Yu., Gordei I.S. Directions, methods and results of rye (*Secale cereale* L.) breeding in Belarus. *Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Seriya agrarnykh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2022, vol. 60. no. 2. pp. 160–170. (In Russian). DOI: 10.29235/1817-7204-2022-60-2-160-170.
5. Shpanev A.M. Phytosanitary condition of winter rye crops at the agroecological station of the Menkovsky branch of the Agrophysical Research Institute. *Vestnik zashchity rastenii. = Plant Protection News*, 2018, no. 3 (97). pp. 67–72. (In Russian).
6. Sysuev V.A., Kedrova L.I., Utkina E.I. Importance of winter rye for maintaining natural agroecological balance and human health (review). *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology*, 2020, no. 1. pp. 14–20. (In Russian). DOI: 10.25750/1995-4301-2020-1-014-020.
7. Sheshegova T.K., Shchekleina L.M. Phytopathogenic biota in the conditions of climate warming (review). *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology*, 2022, no. 3, pp. 6–13. (In Russian). DOI: 10.25750/1995-4301-2022-3-006-013.
8. Kobylanskii V.D., Solodukhina O.V. The use of donors of valuable traits of plants in breeding of new varieties of winter rye. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2015, no. 29 (7). pp. 7–12. (In Russian).
9. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Bugrova V.V., Marchenkova L.A., Pavlova O.V., Chavdar' R.F. Creation of the initial material of winter wheat for resistance to biotic and abiotic stresses in the Central Non-Black Earth Region. *AgroForum = AgroForum*, 2019, no. 7, pp. 58–62. (In Russian).
10. Ponomareva M.L., Ponomarev S.N., Mannapova G.S., Ilalova L.V. Phytosanitary monitoring of the most harmful winter rye diseases in the Republic of Tatarstan. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 9, pp. 27–34. (In Russian).
11. Klyuchevich M.M., Stolyar S.G. Harmfulness of *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. tritici Speer of winter rye in the conditions of Polesye Ukraine. *Zemledelie i rastenievodstvo = Crop Farming and Plant Growing*, 2022, no. 2, 46–49. (In Russian).
12. Dedyayev V.G. Harmfulness of stem rust on winter rye. *Zashchita i karantin rastenii = Plant protection and quarantine*, 2018, no. 12. pp. 44–46. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Щеклеина Л.М., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунитета и защиты растений; **адрес для переписки:** Россия, 610007, Киров, ул. Ленина, 166-а; e-mail:immunitet@fanc-sv.ru

Шешегова Т.К., доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией иммунитета и защиты растений

AUTHOR INFORMATION

✉ **Lucia M. Shchekleina**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher of the Laboratory of Immunity and Plant Protection; **address:** 166-a, Lenina St., Kirov, 610007, Russia; e-mail: immunitet@fanc-sv.ru

Tatyana K. Sheshegova, Doctor of Science in Biology, Lead Researcher, Head of the Laboratory of Immunity and Plant Protection

Дата поступления статьи / Received by the editors 14.02.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 15.04.2023
Дата публикации / Published 20.09.2023